

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

11/1
Priority file
REC'D 22 AUG 2000
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 199 32 590.1**Anmeldetag:** 13. Juli 1999**Anmelder/Inhaber:** Dr. Vitaly Lissotschenko, Dortmund/DE;
Joachim Hentze, Schlangen/DE.**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Erzeugung von Linien oder
Liniengruppen elektromagnetischer Strahlung
des optischen Spektralbereichs**IPC:** G 02 B 27/09**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 27. Juli 2000
Deutsches Patent- und Markenamt**Der Präsident**

Im Auftrag

27.06.00

Dipl.-Chem. E.L. FRITZ
Dr. Dipl.-Phys. R. BASFELD
Patentanwälte
Mühlenberg 74
59759 Arnsberg

/346
09.07.1999/Ba/Ni/Dr

Herr
Dr. Vitaly Lissotschenko
Solbergweg 54

44225 Dortmund

Herr
Joachim Hentze
Im Welandsborn 15

33189 Schlangen

=====

**"Vorrichtung zur Erzeugung von Linien oder Liniengruppen
elektromagnetischer Strahlung des optischen Spektralbereichs"**

=====

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Linien oder Liniengruppen elektromagnetischer Strahlung des optischen Spektralbereichs in einem vorgebbaren Raumbereich, wobei die Linien oder Liniengruppen als Positionierhilfen oder Geometriedetektionshilfen dienen können, umfassend mindestens eine Umwandlungseinheit, die für die verwendete elektromagnetische Strahlung zumindest teilweise transparent ist und durch sie hindurchtretende elektromagnetische Strahlung, insbesondere kohärente Strahlung beziehungsweise Laserstrahlung, derart umwandeln kann, daß die elektromagnetische Strahlung mindestens eine Linie oder Liniengruppe in dem vorgegebenen Raumbereich bildet.

Eine Vorrichtung der vorgenannten Art dient beispielsweise dazu, einem Roboter für die Bearbeitung eines Werkstückes eine Positionierhilfe zu geben oder aber dem Roboter eine Erkennungshilfe für die Kontur oder Geometrie eines Werkstückes zur Verfügung zu stellen. In der Regel handelt es sich bei der elektromagnetischen Strahlung um Laserlicht, das durch die Umwandlungseinheit derart in den vorgegebenen beispielsweise auf dem Werkstück befindlichen Raumbereich hindurchtritt, daß sich auf dem Werkstück für den Roboter erkennbare Liniengruppen beispielsweise in Form eines planaren orthogonalen Gitters abzeichnen. Anhand dieser beispielsweise als Gitter ausgeführten Liniengruppen wird der Roboter in die Lage versetzt, an vorgegebenen Punkten Bearbeitungen an dem Werkstück vorzunehmen.

Als Umwandlungseinheiten werden gemäß dem Stand der Technik diffraktive Elemente wie beispielsweise Hologramme verwendet, die Teile des die Umwandlungseinheit durchdringenden Laserlichtes derart beugen können, daß in dem vorgegebenen Raumbereich beispielsweise auf dem Werkstück Linien oder beispielsweise gitterförmige Liniengruppen entstehen. Als nachteilig bei der Ausgestaltung der Umwandlungseinheit mit Hilfe diffraktiver Elemente erweist sich, daß ein nicht geringer Anteil der elektromagnetischen Strahlung in

un erwünschte Ordnungen gebeugt wird, so daß in der Regel weitaus weniger als 50% der auf die Umwandlungseinheit auftreffenden elektromagnetischen Strahlung zur Erzeugung der Linien oder Liniengruppen beiträgt. Weiterhin nachteilig bei 5 Ausstattung der Umwandlungseinheit mit diffraktiven Elementen ist die Tatsache, daß nur sehr kleine Aufweitungswinkel erzielbar sind, so daß nur in einem relativ kleinen Raumwinkelbereich hinter der Umwandlungseinheit Linien oder Liniengruppen erzeugt werden können.

10

Das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Problem ist die Schaffung einer Vorrichtung der eingangs genannten Art, die effektiver gestaltet ist.

15

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Umwandlungseinheit mindestens ein refraktives Element umfaßt, wobei durch Brechung der durch die Umwandlungseinheit hindurchtretenden Strahlung an mindestens einer optisch funktionalen Grenzfläche des refraktiven Elements die 20 mindestens eine Linie oder Liniengruppe in dem vorgegebenen Raumbereich gebildet wird. Bei der Verwendung eines refraktiven Elementes lassen sich wesentlich höhere beinahe bei 100% liegende Wirkungsgrade erzielen. Weiterhin bieten refraktive Elemente die Möglichkeit, die auf die 25 Umwandlungseinheit auftreffende elektromagnetische Strahlung wesentlich stärker aufzuweiten, so daß in einem wesentlich größeren Raumwinkelbereich hinter der Umwandlungseinheit die gewünschten Linien oder Liniengruppen gebildet werden können.

30

Hierzu kann die optisch funktionale Grenzfläche des mindestens einen refraktiven Elements eine für die zu erzeugenden Linien oder Liniengruppen geeignete frei wählbare Gestaltung aufweisen. Es besteht beispielsweise die Möglichkeit, die optisch funktionale Grenzfläche des 35 mindestens einen refraktiven Elementes in Segmente zu unterteilen. Hierbei können die Segmente jeweils die gleiche Größe aufweisen und identisch geformt sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die einzelnen Segmente eine Zylinderlinsengeometrie aufweisen, wobei vorzugsweise zwei Gruppen von Segmenten mit zueinander senkrecht stehenden 5 Zylinderachsen der Zylindergeometrie vorgesehen sind. Als Zylinderlinsengeometrie der einzelnen Segmente können eine sphärische oder auch eine asphärische Zylinderlinsengeometrie gewählt werden. Insbesondere bei der Wahl derartiger Zylinderlinsengeometrien besteht die Möglichkeit, die durch 10 die Umwandlungseinheit hindurchtretende elektromagnetische Strahlung hinter der Umwandlungseinheit in einen Raumwinkel von bis zu oder sogar mehr als 180° aufzuweiten. Durch die Anordnung einzelner Segmente der optisch funktionalen 15 Grenzfläche als Zylinderlinsensegmente mit zueinander senkrechten Zylinderachsen können beispielsweise kreuzförmige Liniengruppen erzeugt werden, die bei entsprechend arrayartiger Anordnung der refraktiven Elemente eine gitterähnliche Struktur wie beispielsweise ein planares orthogonales Gitter bilden können.

20 Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, daß die erzeugten Linien gerade oder auch gekrümmte Linien sein können. Weiterhin besteht die Möglichkeit, daß die erzeugten Liniengruppen Kreuze, Dreiecke, Vielecke oder Gitter sein 25 können, wobei die die einzelnen Liniengruppen bildenden Linien unter einem rechten oder unter einem von einem rechten abweichenden Winkel aufeinander stehen können.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die erzeugten Linien oder Liniengruppen derart gekrümmt, daß sie bei dem Auftreffen auf eine gekrümmte Fläche eines Werkstückes in dem vorgegebenen Raumbereich auf diesem Werkstück eine planare Struktur abbilden, insbesondere ein planares orthogonales Gitter. Es ist beispielsweise 35 denkbar, daß ein Bearbeitungsroboter unter Zuhilfenahme der vorgenannten in sich gekrümmten Gitterstruktur das Werkstück derartig bearbeitet bzw. von dem Werkstück beispielsweise Material abträgt, bis die Sensoren des Roboters detektieren,

27.06.00

-4-

daß die auf die bearbeitete gekrümmte Fläche des Werkstückes auftreffende Linienstruktur ein planares orthogonales Gitter bildet. Durch die von der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfaßte Umwandlungseinheit wird somit eine Verzerrung der hindurchtretenden elektromagnetischen Strahlung bewirkt, die durch ein entsprechend gekrümmtes Werkstück derart entzerrt wird, daß eine klare erfaßbare Struktur wie ein planares orthogonales Gitter entsteht.

10 Es besteht die Möglichkeit, daß die Vorrichtung eine Quelle zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung, insbesondere eine Laserlichtquelle umfaßt. Die Vorrichtung zusammen mit der Laserlichtquelle kann entweder als separate Einheit verwendet werden oder aber beispielsweise in einen entsprechenden Roboter zur Bearbeitung von Werkstücken eingebaut sein.

Es besteht auch die Möglichkeit, eine derartige Vorrichtung zur Prozeßüberwachung beispielsweise zur
20 Schweißprozeßüberwachung einzusetzen, wobei hier insbesondere eine Anwendung in Verbindung mit CMOS-Kameras geeignet erscheint, weil derartige CMOS-Kameras eine wesentlich höhere Dynamik aufweisen, so daß unter anderem auch sowohl der Schweißpunkt als auch dessen Umgebung besser detektierbar
25 sind, so daß beispielsweise auf das zu schweißende Werkstück abgebildete Linien oder Liniengruppen von der Schweißeinheit oder der Prozeßüberwachungseinheit besser detektiert werden können. Weitere Anwendungsmöglichkeiten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung liegen im Bereich der
30 Oberflächenanalyse oder auch in dem Bereich der räumlichen Zuordnung, insbesondere der Nachführung eines Systems.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

5

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Umwandlungseinheit;

10 Fig. 2 eine Draufsicht auf vier Liniengruppen elektromagnetischer Strahlung, die unter Verwendung der Umwandlungseinheit gemäß Fig. 1 in einem vorgebbaren Raumbereich erzeugt werden können.

Zunächst wird auf Fig. 1 Bezug genommen.

15 Die in Fig. 1 abgebildete beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Umwandlungseinheit 1 ist aus vier identischen refraktiven Elementen 2 zusammengesetzt. In dem abgebildeten Ausführungsbeispiel sind die refraktiven Elemente 2 jeweils gleich groß und weisen jeweils eine plane quadratische Eintrittsfläche für die elektromagnetische Strahlung auf, wobei die vier Eintrittsflächen derart aneinandergrenzend angeordnet sind, daß die vier quadratischen planen Eintrittsflächen der refraktiven Elemente 2 ein lückenloses Quadrat bilden.

20

25 Der planen Eintrittsfläche eines jeden der refraktiven Elemente 2 liegt jeweils eine optisch funktionale Grenzfläche 3 gegenüber, die als Austrittsfläche für die beispielsweise

30 als Laserstrahl ausgeführte elektromagnetische Strahlung dient. In dem abgebildeten Ausführungsbeispiel sind die optisch funktionalen Grenzflächen 3 jeweils in vier Segmente 4 unterteilt, wobei in dem abgebildeten Ausführungsbeispiel die Segmente so gewählt sind, daß das refraktive Element 2 eine reguläre vierseitige Pyramide mit gekrümmten Seitenflächen darstellt. Die Krümmung der Segmente 4 der optisch funktionalen Grenzfläche 3 ist in dem abgebildeten Ausführungsbeispiel so gewählt, daß jeweils die einander gegenüberliegenden Segmente 4 Abschnitte ein und des selben

35

Zylindermantels sind. Dabei stehen gleichzeitig die Zylinderachsen benachbarter Segmente 4 senkrecht aufeinander. Ein jedes der refraktiven Elemente 2 umfaßt somit in dem abgebildeten Ausführungsbeispiel eine optisch funktionale Grenzfläche 3, die aus vier als Zylinderlinsen dienenden Segmenten 4 zusammengesetzt ist. Diese als Zylinderlinsen dienenden Segmente 4 berühren einander in der Spitze der vorgenannten regulären vielseitigen Pyramide mit gekrümmten Seitenflächen.

10

Bei entsprechender Transparenz der in Fig. 1 abgebildeten Umwandlungseinheit 1 für die auf die Umwandlungseinheit 1 auftreffende elektromagnetische Strahlung ergibt sich in einem Raumbereich, der sich vorzugsweise in Abstand der Brennweite der zylinderlinsenähnlichen Segmente 4 von der Umwandlungseinheit 1 entfernt befindet, eine Anordnung von Liniengruppen 5, die aus Fig. 2 ersichtlich ist. Jede der Liniengruppen 5 umfaßt zwei einander unter einem Winkel von 90° kreuzende Linien 6, 7. Eine jede der Linien 6 und 7 stellt eine zusammengesetzte Fokusslinie zweier einander gegenüberliegender Segmente 4 einer optisch funktionalen Grenzfläche 3 eines der refraktiven Elemente 2 dar. Durch die senkrechte Stellung der Zylinderachsen benachbarter Segmente 4 eines refraktiven Elementes 2 ergibt sich die kreuzförmige Gestalt einer jeder der Liniengruppen 5. Insbesondere folgt aus dem senkrecht Aufeinanderstehen der Zylinderachsen benachbarter Segmente 4 der rechte Winkel zwischen den Linien 6 und 7.

20

Falls die Zylinderachsen benachbarter Segmente nicht senkrecht aufeinander stehen, ergibt sich eine Liniengruppe, bei der sich die einzelnen Linien unter einem Winkel ungleich einem rechten Winkel kreuzen. Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, andere Geometrien der einzelnen Segmente zu wählen. Beispielsweise können asphärische Zylindergeometrien verwendet werden oder aber auch weitgehend freigestaltete Oberflächengeometrien. Es besteht auch die Möglichkeit die

25

30

optisch funktionalen Grenzflächen in mehr oder weniger als vier Segmente zu unterteilen.

Auf diese Weise lassen sich nicht nur kreuzförmige Liniengruppen erzeugen, die gemäß Fig. 2 insgesamt ein Gitter ergeben, sondern auch ein Dreieck ergebende Linien oder ein Vieleck ergebende Linien, die dann mit entsprechenden anderen Liniengruppen zu anderen Mustern zusammengefügt werden. Es besteht auch die Möglichkeit die einzelnen Linien als gekrümmte Linien auszuführen, je nach geometrischer Gestaltung der einzelnen Segmente beziehungsweise der einzelnen optisch funktionalen Grenzflächen der Umwandlungseinheit.

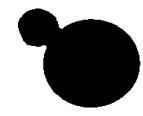
Weiterhin besteht die Möglichkeit beispielsweise gitterförmige Liniengruppen zu erzeugen, die nur dann als orthogonale Gitterstruktur ersichtlich werden, wenn die durch die Umwandlungseinheit hindurchtretende Laserstrahlung in dem vorgegebenen Raumbereich auf eine gekrümmte Fläche beispielsweise eines Werkstückes auftritt. Eine derartige als orthogonale Gitterstruktur bei Projektion auf eine gekrümmte Fläche erscheinende Struktur könnte beispielsweise im Rahmen von Bearbeitungsvorgängen an dem vorgenannten Werkstück verwendet werden. Insbesondere könnte ein das Werkstück formender Roboter an dem Werkstück gezielt Material abtragen, bis das von der Umwandlungseinheit auf das Werkstück hindurchtretende Licht ein orthogonales planares Gitter ergibt. Genau in diesem Fall hat das Werkstück die gewünschte gekrümmte Fläche, auf der die projizierten Liniengruppen ein orthogonales planares Gitter ergeben.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, daß in einen Werkstücke bearbeitenden Roboter die Vorrichtung zur Erzeugung von Linien oder Liniengruppen integriert ist, so daß sowohl eine Laserlichtquelle als auch eine entsprechende Umwandlungseinheit von dem Roboter umfaßt ist. Alternativ dazu kann eine separate Vorrichtung zur Erzeugung von Linien oder Liniengruppen vorgesehen sein, die eine Laserlichtquelle

27.06.00

-8-

und eine Umwandlungseinheit umfaßt und dementsprechend in einem vorgegebenen Abstand zu dem von einem Roboter zu bearbeitenden Werkstück angeordnet werden muß.



27.06.00

-1-

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Linien (6, 7) oder Liniengruppen (5) elektromagnetischer Strahlung des optischen Spektralbereichs in einem vorgebbaren Raumbereich, wobei die Linien (6, 7) oder Liniengruppen (5) als Positionierhilfen oder Geometriedetektionshilfen dienen können, umfassend mindestens eine Umwandlungseinheit (1), die für die verwendete elektromagnetische Strahlung zumindest teilweise transparent ist und durch sie hindurchtretende elektromagnetische Strahlung, insbesondere kohärente Strahlung beziehungsweise Laserstrahlung, derart umwandeln kann, daß die elektromagnetische Strahlung mindestens eine Linie (6, 7) oder Liniengruppe (5) in dem vorgegebenen Raumbereich bildet, dadurch gekennzeichnet, daß die Umwandlungseinheit (1) mindestens ein refraktives Element (2) umfaßt, wobei durch Brechung der durch die Umwandlungseinheit (1) hindurchtretenden Strahlung an mindestens einer optisch funktionalen Grenzfläche (3) des refraktiven Elementes (2) die mindestens eine Linie (6, 7) oder Liniengruppe (5) in dem vorgegebenen Raumbereich gebildet wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optisch funktionale Grenzfläche (3) des mindestens einen refraktiven Elements (2) eine für die zu erzeugenden Linien (6, 7) oder Liniengruppen (5) geeignete freiählbare Gestaltung aufweist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die optisch funktionale Grenzfläche (3) des mindestens einen refraktiven Elementes (2) in Segmente (4) unterteilt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (4) die gleiche Größe aufweisen und vorzugsweise identisch geformt sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Segmente (4) eine Zylinderlinsengeometrie aufweisen, wobei vorzugsweise zwei Gruppen von Segmenten (4) mit zueinander senkrecht stehenden Zylinderachsen der Zylindergeoemtrie vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlinsengeometrie der einzelnen Segmente (4) eine sphärische oder eine asphärische Zylinderlinsengeometrie ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugten Linien (6, 7) gerade oder gekrümmte Linien sein können.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugten Liniengruppen (5) Kreuze, Dreiecke, Vielecke, Gitter oder dergleichen sein können, wobei die die einzelnen Liniengruppen (5) bildenden Linien (6, 7) unter einem rechten Winkel oder unter einem von einem rechten Winkel abweichenden Winkel aufeinanderstehen können.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugten Linien (6, 7) oder die erzeugten Liniengruppen (5) derart gekrümmt sind, daß sie bei dem Auftreffen auf eine gekrümmte Fläche eines Werkstückes in dem vorgegebenen Raumbereich auf diesem eine planare Struktur abbilden, insbesondere ein planares orthogonales Gitter.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Quelle zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung, insbesondere eine Laserlichtquelle umfaßt.

37.06.00

-3-

11. Roboter zur Bearbeitung von Werkstücken umfassend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

27.06.00

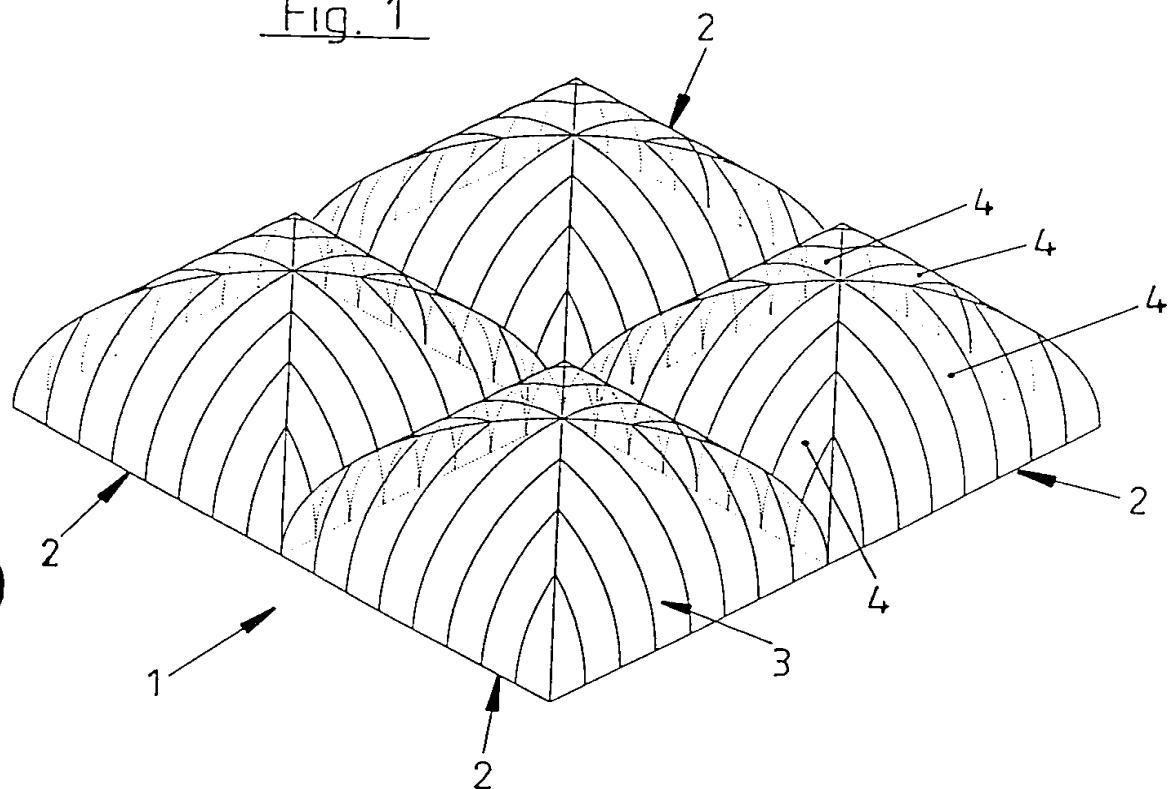
-1-

Zusammenfassung (Fig. 1)

Vorrichtung zur Erzeugung von Linien oder Liniengruppen elektromagnetischer Strahlung des optischen Spektralbereichs
5 in einem vorgebbaren Raumbereich, wobei die Linien oder Liniengruppen als Positionierhilfen oder Geometriedetektionshilfen dienen können, umfassend mindestens eine Umwandlungseinheit (1), die für die verwendete elektromagnetische Strahlung zumindest teilweise transparent
10 ist und durch sie hindurchtretende elektromagnetische Strahlung, insbesondere kohärente Strahlung beziehungsweise Laserstrahlung, derart umwandeln kann, daß die elektromagnetische Strahlung mindestens eine Linie oder Liniengruppe in dem vorgegebenen Raumbereich bildet. Die
15 Umwandlungseinheit (1) umfaßt mindestens ein refraktives Element (2), wobei durch Brechung der durch die Umwandlungseinheit (1) hindurchtretenden Strahlung an mindestens einer optisch funktionalen Grenzfläche (3) des
refraktiven Elementes (2) mindestens eine Linie oder
20 Liniengruppe in dem vorgegebenen Raumbereich gebildet wird.

37-06-00

Fig. 1



27.06.05

Fig. 1

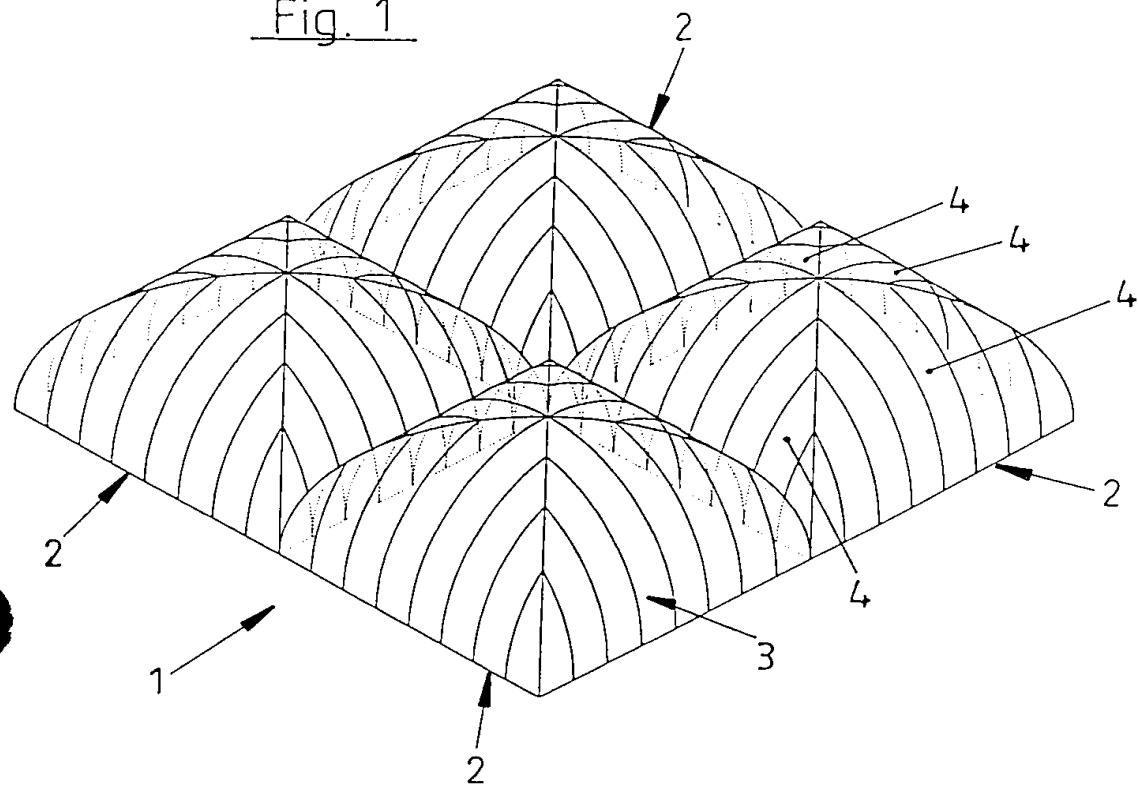


Fig. 2

